

Universiti Sains Malaysia
Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1988/89

EBB 415 BAHAN SEMIKONDUKTOR II

Tarikh: 26 Oktober 1988

Masa: 9.00 pagi - 12.00 tengah hari
(3 jam)

ARAHAN KEPADA CALON

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Calon-calun dikehendaki menjawab kesemua EMPAT (4) soalan.
3. Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.
4. Lampiran-lampiran berikut disertakan:-

Lampiran A Plot Fungsi Ralat Pelengkap

Lampiran B Plot Kebolehlarutan pepejal elemen bendasing dalam silikon.

Lampiran C Plot pekali resapan sebagai fungsi suhu untuk elemen-elemen bendasing dalam silikon.

Lampiran D Kertas graf semi-log 6 kitaran

Lampiran E Jadual Pemalar

...2/-

1. Satu wafer hablur tunggal dari bahan silikon hakiki terdop dengan fosforus ke suatu kepekatan seragam bernilai 10^{22} atom m^{-3} .

- a) Anggarkan bilangan elektron pada jalur pengaliran pada suhu $300^{\circ}K$. Bincangkan apa-apa penghampiran yang dibuat. (30 markah)

- b) Kirakan kedudukan tenaga Fermi (E_F) berdasarkan tepi jalur pengaliran, $E_v = 0eV$
(Ambil kira $N_c = 2.8 \times 10^{25} m^{-3}$,

$$\frac{KT}{e} = 0.025 \text{ eV}, E_g (\text{Si}) = 1.11 \text{ eV}) \quad (10 \text{ markah})$$

- c) Tenaga pengionan pertama (E_D) mana-mana atom bendasing boleh dianggarkan dari model Bohr untuk atom - H di mana:-

$$E_D = 13.6 (m_{de}/m_o)/\epsilon_r^2 \text{ eV}$$

Kirakan aras tenaga yang dikenalkan oleh atom bendasing fosforus di mana $\epsilon_r = 11.8$ dan jisim berkesan elektron ialah

$$m_{de} = [m_l^* m_t^*]^2]^{1/3}$$

di mana

$$m_l^* = 0.97 m_o, m_t^* = 0.19 m_o$$

$$(m_o = 9.11 \times 10^{-31} \text{ Kg})$$

(20 markah)

- d) Tunjukkan dengan jelas pada satu rajah aras tenaga kedudukan aras penderma, aras Fermi dan aras intrinsik berdasarkan tepi jalur valensi ($E_v = 0$). (10 markah)

- e) Huraikan kesan suhu pada

- i) Kepekatan pembawa intrinsik
- ii) Keberaliran
- iii) Fungsi kebarangkalian Fermi-Dirac

(30 markah)

2. a) Hasilkan satu carta aliran yang menunjukkan langkah-langkah utama dalam proses pembikinan (fabrikasi) litar bersepadu.

(30 markah)

- b) Perihalkan proses-proses berikut yang digunakan untuk pembikinan litar bersepadu

i) Proses-proses litografi, termasuk litografi foto, litografi alur elektron dan litografi sinar-x.

ii) Teknik-teknik pengoksidaan

iii) Pengendapan wap kimia

- c) Bincangkan kelebihan dan batasan proses litografi foto.

(10 markah)

3. Suatu substratum silikon jenis-n yang terdop seragam dengan keberintangan 0.1 ohm-cm dikenakan resapan boron dengan kepekatan permukaan yang tetap iaitu $4.8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$. Kedalaman simpang yang dikehendaki ialah 2.7 μm .

- a) Kirakan kepekatan bendasing untuk resapan boron sebagai fungsi jarak dari permukaan.

(20 markah)

- b) Berapa lamakah masa yang diperlukan jika nilai suhu di mana resapan di adakan ialah 1100°C .

(10 markah)

...4/-

- c) Suatu transistor jenis n-p-n akan siap dengan resapan fosforus, kepekatan permukaan 10^{21} cm^{-3} . Jika simpang baru ini dikehendaki kedalaman $2 \mu\text{m}$, kirakan kepekatan untuk resapan fosforus sebagai fungsi jarak dari permukaan.

(20 markah)

- d) Plotkan kepekatan bendasing (skel log) lawan jarak (skel lurus) untuk bahagian (a) dan (c) dengan anggapan boron akan kekal apabila resapan fosforus dijalankan.

Tunjukkan pengeluar, bes dan pemungut pada plot. Gunakan kertas graf seperti di lampiran D.

(30 markah)

- e) Jika resapan fosforus mengambil masa 30 min, pada suhu apakah seharusnya radas itu terkendali.

(20 markah)

4. a) Huraikan peringkat-peringkat pemprosesan dan tunjukkan susuk resapan am untuk:-

- i) Transistor simpang dwikutub satah diskret
- ii) Transistor npn litar bersepadu keluaran dari proses pemungut tertanam piawai.

(60 markah)

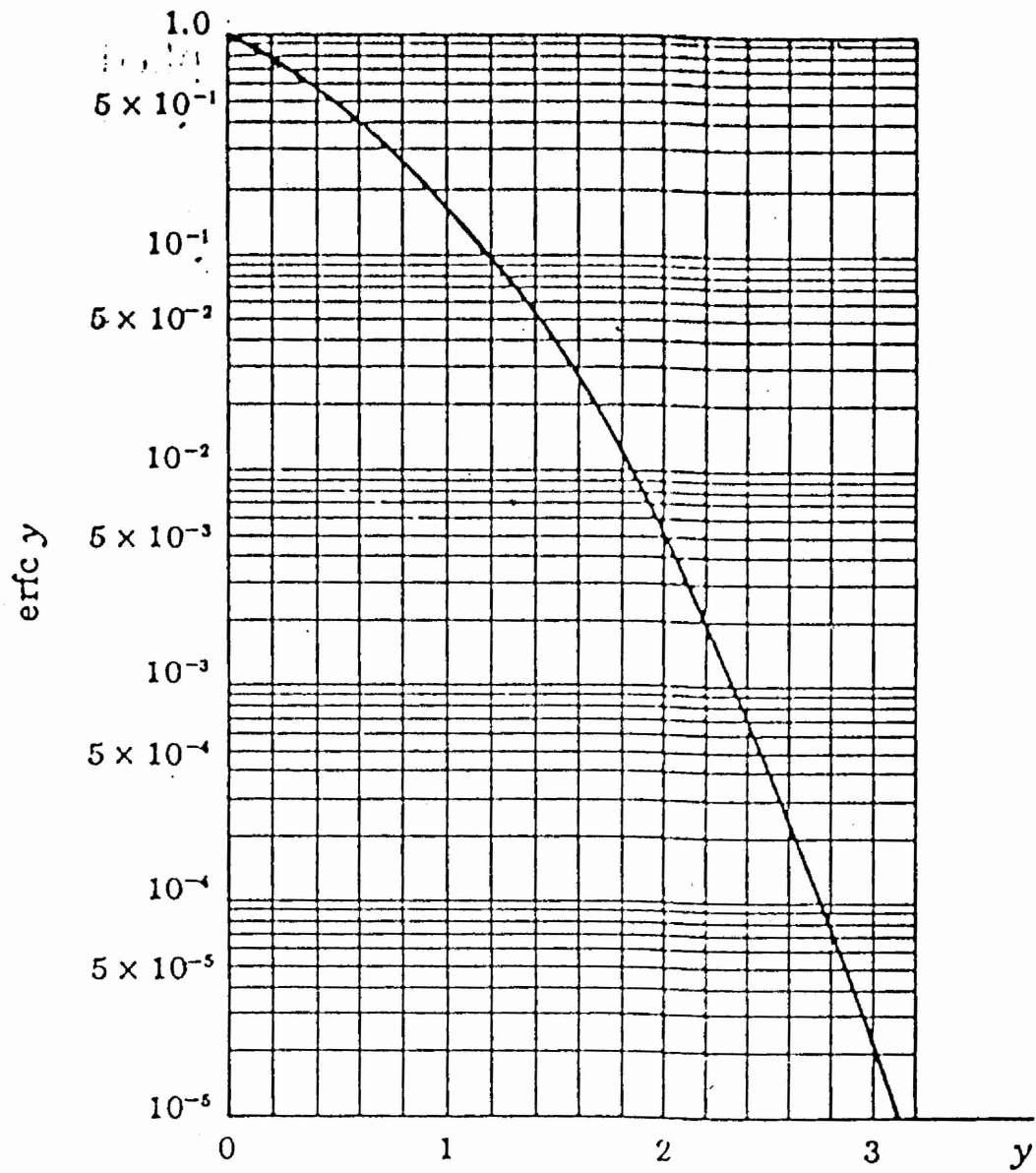
- b) Takrifkan faktor pengangkutan bes β dan kecekapan pengeluar γ . Dapatkan ungkapan mudah untuk gandaan arus bes sepunya α dalam istilah β dan γ .

(20 markah)

- c) Jika lebar bes ialah $W_B = 10 \mu\text{m}$ panjang resapan bes $L_B = 100 \mu\text{m}$, dapatkan satu nilai anggaran untuk α dan gandaan arus pengeluar sepunya β (h_{FE}).

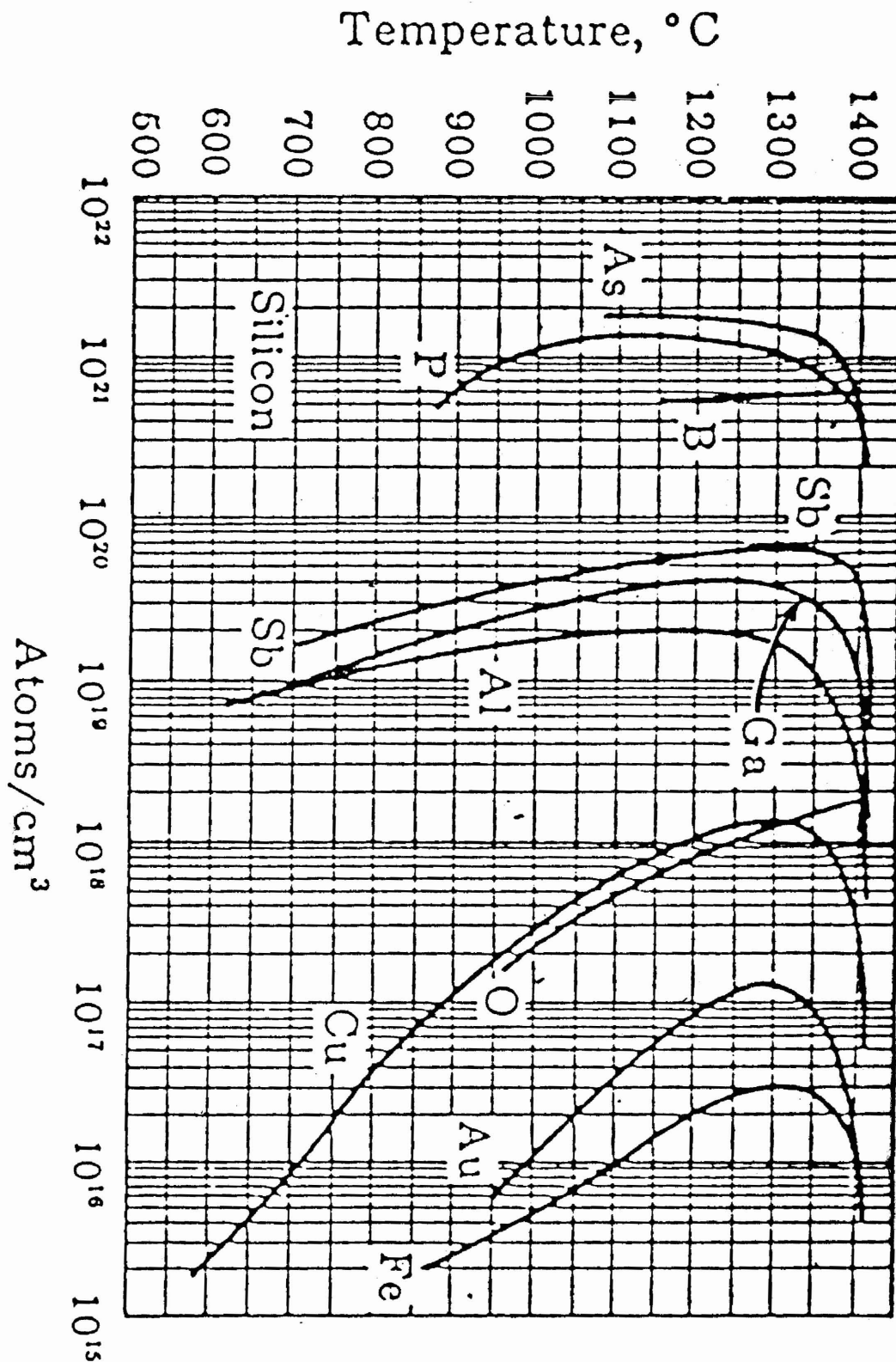
124

(20 markah)

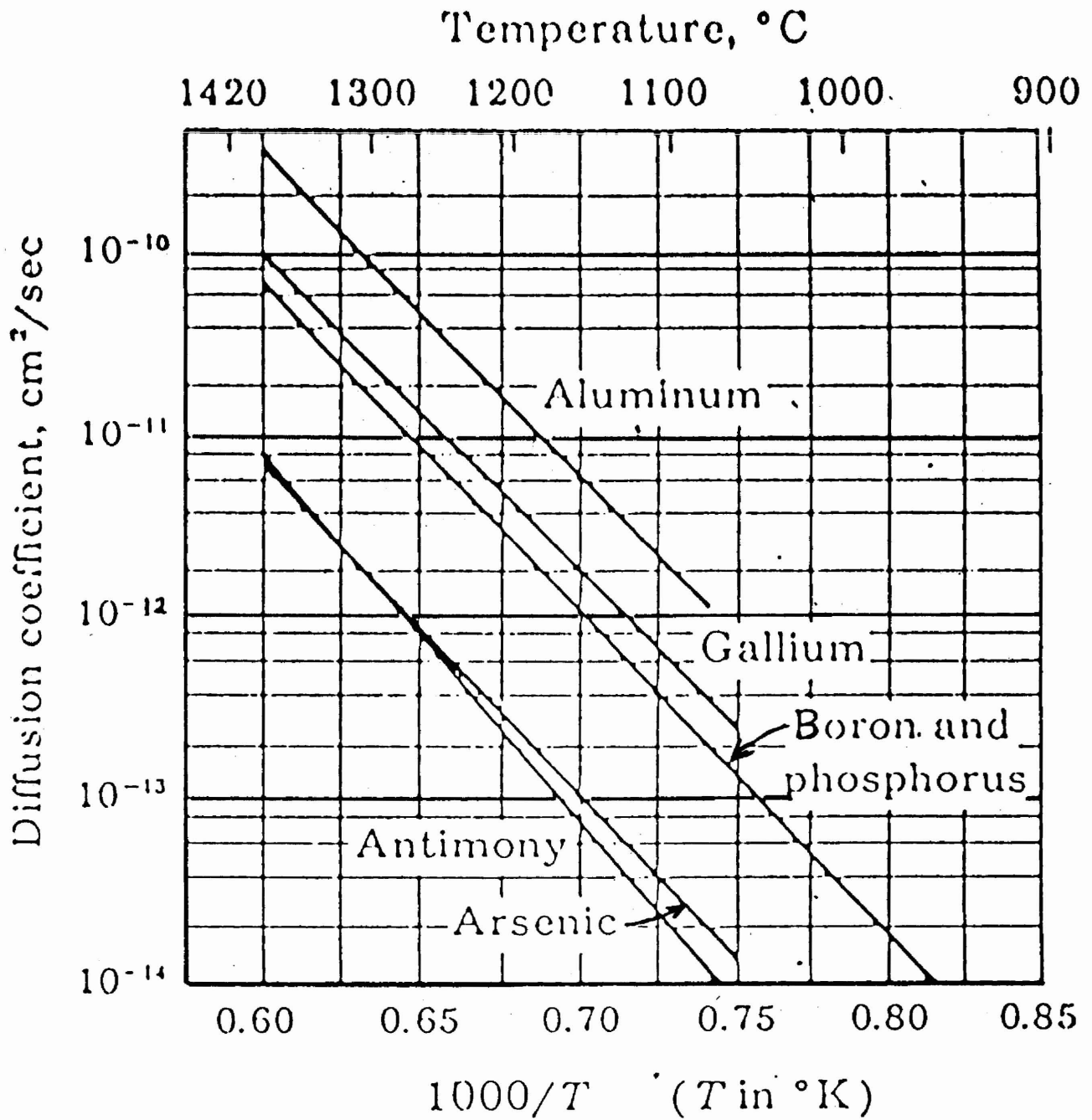


Plot Fungsi Ralat Pelengkap

...6/-



Plot Kebolehlarutan Pepejal Elemen Bendasing
Dalam Silikon



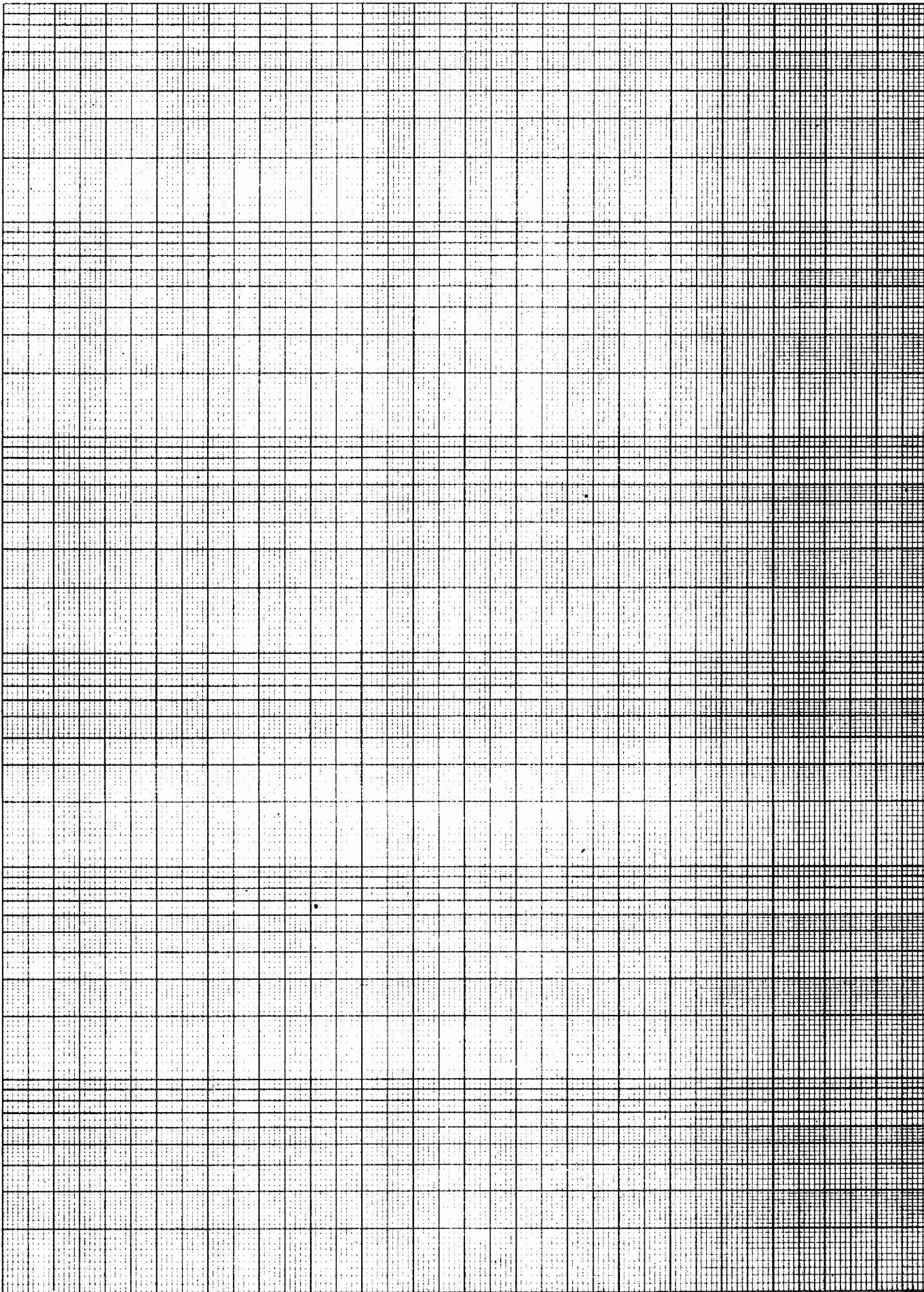
Plot Pekali Resapan Sebagai Fungsi Suhu
Untuk Elemen - Elemen Bendasing Dalam Silikon

...8/-

Log 6 Cycles x mm, $\frac{1}{2}$ and 1 cm

Graph Data Ref. 5561

CHART
WELL



JADUAL PEMALAR

Pemalar Boltzman	$K = 8.62 \times 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$ $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Pemalar Planck	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Jisim rehat elektron	$m_0 = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Cas elektronik	$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

CIRI-CIRI SILIKON

Nombor Atom	14
Berat Atom	28.1
Ketumpatan, g/cm ³	2.33
Pemalar Dielektrik	12
Atom/cm ³	5.0×10^{22}
E_{G0} , eV pada 0 ⁰ K	1.21
E_G , eV pada 300 ⁰ K	1.11
n_i pada 300 ⁰ K, cm ⁻³	1.5×10^{10}
Keberintangan Intrinsik	230,000
pada 300 ⁰ K, ohm-cm	
u_n , cm ² /V-S pada 300 ⁰ K	1,300
u_p , cm ² /V-S pada 300 ⁰ K	500
D_n , cm ² /S = $u_n V_T$	34
D_p , cm ² /s = $u_p V_T$	13